



優先権主張

国名 アメリカ合衆国
出願 1971 年12月30日
出願番号 214159 号

①9 日本国特許庁

公開特許公報

(2,085円)

特許願 (8)

昭和47年12月15日

特許庁長官 三宅 幸夫 殿

1. 発明の名称 ソウアンテイイコウソ シ ケイセイ ホウホウ
双安定抵抗素子を形成する方法

2. 発明者

住所 アメリカ合衆国ニューヨーク州ヨークタウン・
ハイツ、リッジ・ストリート2232番地
氏名 メルヴィン・バーケンブリット (他5名)

3. 特許出願人

住所 アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州
アーモンク(番地なし)
名称 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション
(709)
代表者 ジェイ・エイチ・グレイデー
国 籍 アメリカ合衆国

4. 代理人

郵便番号 106
住所 東京都港区六本木三丁目2番12号
日本アイ・ビー・エム株式会社
Tel (代表) 586-1111
氏名 井理士 小 野 廣 司
(6454)

5. 添付書類の目録

- (1) 明 細 書
- (2) 図 面
- (3) 委任状及訳文
- (4) 優先権証明書及訳文

1通
1通
各1通
各1通

方式 特許

47 125410



明 細 書

1. 発明の名称

双安定抵抗素子を形成する方法

2. 特許請求の範囲

双安定抵抗素子を形成する方法であって、
電氣的に伝導性のベース電極を設け、
上記ベース電極上に無定形の絶縁層を形成し、
上記絶縁層の両端に低い電界が印加されたとき、
双安定抵抗を呈する能動領域を与えるために、上
記絶縁層を熱的及び化学的に処理し、上記処理さ
れた絶縁層によって分離されたベース電極及び反
対側電極を含む素子を与えるために、上記能動領
域上に電氣的に伝導性の反対側電極を設け、上記
能動領域を介して電界を印加することによって、
上記素子を電氣的に形成して、双安定抵抗素子を
形成する方法。

3. 発明の詳細な説明

本発明は金属酸化物を用いた双安定抵抗素子に
関し、特に狭く且つ良く制御された範囲内にある

①特開昭 50-4986

④3公開日 昭50.(1975) 1.20

②1特願昭 47-125410

②2出願日 昭47.(1972)12.15

審査請求 未請求 (全9頁)

庁内整理番号

⑤2日本分類

7010 57

990F0

6244 56

977C13

6711 56

977C19

6377 57

62 A22

最小の形成電圧を用いることによつて、双安定抵
抗素子を製造する方法に関する。

記憶効果を呈する双安定抵抗素子は、最近にな
つて提案されたものである。これらは、金属酸化
物素子と同様に、ガラス状半導体のカルコゲン化
物を含む。一般的にいえば、これら素子は電流パ
ルス又は電圧パルスを印加することにより選択的
にアドレスされる2つの安定な抵抗状態を呈する。
特に、双安定抵抗状態を呈する金属絶縁素子は、
適当なベース電極及び上に乗っている反対側の電
極を有する酸化ニオブを用いるものが提案されて
いる。酸化ニオブ絶縁体は、一般に約1300オ
ングストロームの厚さを有し、他方電極は通常約
6000オングストロームの厚さを有する。双極
性のパルスを印加すると、この素子は、高抵抗状
態と低抵抗状態との間で切換わる。

無定形性の絶縁体双安定抵抗素子は、以下に挙
げる文献及び特許明細書に記載されている。

1. 米国特許第3336514号
2. 米国特許第3047424号

3. IBM Technical Disclosure Bulletin,
Vol. 13, No. 5, October 1970, Page 1189.
4. Hiatt et al., 'Bistable Switching in
Niobium Oxide Diodes', Applied Physics
Letters, Vol. 6, No. 6, 15 March 1965, page
106.
5. T. Hickmott, 'Electroluminescence and
Conduction in Nb-Nb₂O₅-Au Diodes',
Journal of Applied Physics, Vol. 37, No.
12, November 1966, page 4380.

特に文献 No. 3 には、ニオブ-ニオブ酸化ビスマスの双安定抵抗体を、記憶装置における漏洩通路の阻止用のダイオードと直列にして用いる場合が記載されている。電力消費を減らし、双安定抵抗のアレーを駆動するために用いられるチップ回路の電圧処理能力を高めるためには、直列接続されたダイオードのアバランシェ電圧が低く、同時に漏洩通路へ高い抵抗を与えることが望ましい。形成電圧が低く維持されるのが好ましい。

先に列挙した従来技術の文献に記載された種々

(3)

形成ステップは最小電圧が必要とされる閾値タイプのオペレーションであるので、各時刻に特定の最終的な素子の特性を得るため、この電圧を調整することは不可能であった。従って、高電圧で電気的に形成される素子の特性は、一般に素子ごとに異なり、システム全体の設計を困難にしている。

別途出願中の発明では、形成電圧を低くするように、無定形絶縁体に不純物が加えられた双安定抵抗を提案している。然しながら、該出願は、アレーにおける多数の素子にわたって、狭く良く制御された範囲内に低い形成電圧が導びかれる複雑な物理的及び化学的現象を完全に教示してはいない。

従って、本発明の主な目的は、最小の形成電圧しか必要としない双安定抵抗素子を製造する方法を提供することにある。

本発明の他の目的は、非常に低く且つ狭い電圧の範囲内にあるように良く制御された形成電圧を必要とする金属酸化物の双安定抵抗を製造する方

(5)

特開 昭50-4986 (2)

の絶縁素子は、双安定抵抗において低抵抗状態を与えるために形成電圧を印加する必要がある。この形成電圧は、1300 オングストロームの厚さの酸化ニオブ膜に対しては約30Vである。一般に、DC又は整流されたAC電圧が、電流制限抵抗を介して双安定素子に印加される。ここで電圧源の正端子が、双安定素子の反対側電極に接続される。この形成過程は、酸化ニオブの破壊に似ており、普通は5Kオーム以下の低抵抗状態へ導く。形成過程は絶縁体の破壊を含むため、かくして製造された装置は、不規則な特性を有する傾向があり、或る双安定抵抗素子から他の素子へ同一の特性を達成することが困難である。このことは、アレーが形成されるときは、アレーにおける使用可能な素子の歩どまりに影響を及ぼすので、重大な問題である。上述したように、形成電圧は双安定抵抗素子に直列に接続されたダイオードの逆電圧破壊特性を越えるべきではない。然しながら、従来は30-35Vの形成電圧が用いられるので、このことが満足されてはいなかった。

(4)

法を提供することにある。

本発明の他の目的は、低い形成電圧を用いる金属酸化物双安定抵抗素子を製造し、そしてアレーにおける個々の素子の特性が実質的に同一である双安定抵抗のアレーを提供する方法を提供することにある。

本発明の他の目的は、良く制御され選択された範囲内で非常に低い電圧を用いて形成され得る酸化ニオブ双安定抵抗素子を製造する方法を提供することにある。

広汎な研究に基づいて、金属酸化物の双安定抵抗における能動的素子範囲は、おそらく還元された酸素によって決定されると信じられる。酸化ニオブの双安定抵抗素子の場合、能動的素子範囲は不変の範囲 Nb₂O₅ (Nbは豊富) + NbO₂ (Nbは不足) により決定されるように思われる。更に素子は、その金属酸化物が形成に先だって無定形であることを保証する方法で作られるべきであることも発見された。形成電圧を印加する前に結晶体であると、ここに記載された製造方法の有利な

(6)

結果を妨げる傾向がある。もっともこの場合でも、高い電圧を用いれば、素子が電気的に形成可能であろう。更に高い電圧が加えられた双安定抵抗素子は、低い形成電圧が加えられたものより良くないことは明らかである。

良く制御された狭い範囲内にある非常に低い形成電圧しか必要としない、金属醇化物双安定抵抗素子を含むアレー及び個々の素子を実現するための2つの方法を開示する。加うるに、これらの方法により製造されたアレーは、それぞれが実質的に同じ電気的特性を有する素子を含む。2つの方法は「消費金属ドット法」及び「還元ガス法」と称する。これらの両方法において、ベース電極上に無定形の金属醇化物の層が設けられ、そして金属醇化物の層内に能動素子条片を設けるために、複雑な反応において選択された領域が還元される。これらの条片は、低い抵抗状態と高い抵抗状態とを呈する能動素子領域を与えるために、非常に低い形成電圧が後に加えられる。次いで能動素子領域上に反対側電極が取付けられ、そして各素子領

(7)

この後、一番上の電極(反対側電極)は、各素子の能動条片上に付着され、そして反対側電極とベース電極との間に低い形成電圧が印加される。形成電圧は2乃至3ボルトの範囲にある。かくして双安定抵抗素子のアレーが設けられる。

不活性ガスは僅かな量の不純物を含むので、焼なまし還元ステップを少し修正することによって不活性ガスの供給器から直接不活性ガスを流したときより良好な双安定抵抗素子が得られる。従って、ヘリウムのような不活性ガスは、これから不純物が除去され、そして焼なましステップ中に用いられるガスを与えるために少量の酸素で薄められる。この場合、熱処理のための温度範囲は、争化されていないヘリウムが用いられるときは500℃以上の温度が用いられるのに対して、約350℃乃至425℃に下げられる。この後の処理は、前述したのと同じである。

還元ガス法においては、基礎となるベース電極と金属醇化物との構造体が、消費金属ドット法と同じように与えられる。然しながら、金属醇化物

(9)

特開 昭50-4986(3)

域に低い形成電圧が印加される。

消費金属ドット法においては、第1の電極(ベース電極)が、シリコン、ガラス等のような適当な基板上に付着される。この後、金属醇化物の層がベース電極上に形成される。醇化ニオブ素子の場合において、ベース電極はニオブ板であつて、このベース電極上に5醇化ニオブが形成される。次いで小さな金属ドットが、金属醇化物層の選択された範囲上に付着される。これら金属ドットは、Nb、ビスマス又はアンチモンで構成される。

完全な構造体は次いで開管炉の中に置かれ、ヘリウム又は他の不活性ガス中において約500℃以上の温度で熱処理される。金属ドットアレーは、金属醇化物との醇化還元反応において消費され、これによって各双安定抵抗素子の能動素子を形成する。同時に、下のベース電極は、下から能動領域を形成するように金属醇化物と反応する。適当な厚さの金属醇化物及び金属ドットを用いることにより、2つの還元された領域は能動条片を形成するように合併する。

(8)

層の上に絶縁層が形成される。この絶縁層は、例えば窒化シリコンで形成される。金属醇化物の部分を露出させるため絶縁層に窓が開けられる。次いで、全体的構造体は、1% H₂ - Heの如き化学的に還元混合気体中において、開管炉の中で制御された焼なまし還元が行なわれる。この手順は、純粋なHe又は一定の非常に僅かな割合のH₂及びO₂の中で最終的焼なましステップにより実施されるのが最も良く、酸素における均一な非化学的性質を与え、そしてベース電極の金属に対して金属醇化物が完全に還元されるのを妨げる。

この後、反対側電極は窒化シリコン層における開孔から付着される。アレーにおける個々の素子は、この後でベース電極と反対側電極の両端に低い形成電圧を印加することによって形成される。この様にして双安定抵抗素子の完全なアレーが得られる。

次に図面を参考にして、もっと詳しく説明しよう。

次の記載は、金属醇化物の層を用いるような双

(10)

安定抵抗素子に関する。特に、酸化ニオブ双安定抵抗素子について、本発明により得られた技術を説明する。第1図は、双安定素子の電圧電流特性を示す。この図より明らかなように、安定な高抵抗領域A及び安定な低抵抗領域Bが本素子により呈示される。正電圧が素子に印加されると、素子は閾値電圧 V_i に達するまで高抵抗範囲カーブAに追従する。 V_i において、素子は破線Cに沿って低抵抗状態にスイッチする。ここで電圧が減じられると、カーブBに追従する。高抵抗状態に再びスイッチさせるには、負電圧が素子に印加され、値 $(-V_i)$ に達したとき、素子は再び高抵抗状態にスイッチする。従って、これら素子は記憶素子として用いることができる。というのは、これら双安定抵抗状態が2進出力を与えるために用いられ得るからである。

次に、製造するに非常に低い形成電圧しか必要としない双安定抵抗素子の製造に用いられるステップを詳しく説明する。

消費金属ドット法

(11)

リング及び蒸着を含む周知の方法により与えられる。

金属酸化物の層14は、ベース電極12の上に設けられる。Nbのベース電極の場合、層14はベース電極から直接形成できる5酸化ニオブ(Nb_2O_5)である。層14の厚さは、約50オングストロームから数千オングストロームの間である。好ましい範囲は1100~1400オングストロームである。酸化ニオブ層14は、多数の普通の方法で形成できる。この層は無定形状態に作られること、従って層14を設けるための処理段階は、層14が結晶性でなく無定形に形成されるような段階であることが重要である。層14の1つの生成方法は、液相電解によっている。これは低温プロセスであって、ベース電極12は、エチレングリコールにおける5ホウ酸アンモニウム($NH_4B_5O_{10} \cdot 4H_2O$)のような電解液中に置かれる。ベース電極12とベース電極上の酸化物層14を構成するための適当なカソードとの間に電圧が印加される。層14の生成用の他の方法は、熱酸化

(13)

この方法は第2A-2B図に図示されている。特に、本発明の方法は、説明のため酸化ニオブ双安定抵抗素子に関して記述する。従って、第2A図はシリコン、サファイア、ガラスなどを含む種々の材料から選ばれる基板10から構成された構造を示している。一般に、シリコンは良い基板の材料である。ただし、記憶アレーを与えるように双安定抵抗素子に直列に接続されるダイオードが、シリコンで形成され得るからである。Nbのような金属を含むベース電極12が、基板10に付着されている。このNbフィルム上にPt及びAuの如き貴金属が付着され、ベース電極として用いられるのが好ましい。加うるに、Taのような他の金属がベース電極として用いられることができ、後に絶縁フィルムが与えられる。このベース電極の厚さは厳格ではないが、一般には数千オングストロームが適当である。ベース電極の上端の表面は、後の処理段階で消費され、ベース電極12の厚さは、最終処理の後良い電極接点となるに充分なように選択すべきである。層12は、スパッタ

(12)

であって、ベース電極12が開管炉の中に入れられ、酸素を含む雰囲気中に露呈される。炉の中の温度はほぼ400~450°であって、層14が形成されるときこれが結晶にならないような温度である。無定形 Nb_2O_5 を形成又は保持する臨界的な上限温度は、F. Holmberg 他によるJ. Amer. Chem. Soc., 79, 2039(1957)に記載されている。

層14を形成する第3の方法は、気相プラズマ陽極酸化であって、ベース電極12は少ない割合の酸素を含む真空室に置かれる。ベース電極12はこのシステムでは陽極であって、周知の方法で適当な電位を印加して、ベース電極12の酸化を行う。

第2B図において能動素子が形成される層14の上に金属ドット16が付着される。これは全体的構造17を与える。これら金属ドットはニオブ、ビスマス、又はアンチモンの如き還元金属で構成される。その厚さは普通200乃至1000オングストロームであって、400乃至600オングストロームの厚さが好ましい。一般に、ドットは

(14)

円形であつて、0.1ミル（又はそれ以下）乃至1.0ミルの径を有する。できるだけ小さいドットを用いるのが好ましい。これは非常に小さな能動素子を与えるからである。これはアレーにおける素子の密度を高くすることができる。更に、これら双安定抵抗素子は、欠陥のある素子であると信じられている。このため、各双安定抵抗素子に1つの能動条片を設けるとよい。金属ドット16を非常に小さくすると、これが達成される確率が増大する。

金属ドット16の厚さは金属酸化物層の厚さ14に関連する。多量の金属ドットを有することは、後の処理中金属酸化物14が短絡することがあるので好ましくない。加うるに、金属ドットが大きすぎると、小球ボールが後の熱処理中に形成され、これが層14の表面上に浮かぶ自由金属となる。

金属ドット16は標準的な写真技術により層14の上に付着される。たとえば、ホトレジストの層は、層14及びホトレジストにエッチングされた孔は、層14に適用することができる。金属のド

(15)

用いる替りに、ヘリウム（又は他の不活性ガス）の源が浄化装置を通過し、ここで酸素のような不純物が除去される。浄化装置18は、約500℃に熱せられたニオブの条片を含む。加熱されたニオブは不活性ガスから酸素及び水蒸気を吸収し、これによって浄化する。浄化装置18を介して通過させた後、不活性ガスは普通の方法により酸素の流で3倍に薄められる。ヘリウムと酸素の流速を調整することにより、最終的出力ガス流は、良く制御された非常に少量の酸素を含むようにできる。最終的流れにおける酸素の体積密度は、僅かな量から約100 ppmまで変化する。記述したシステムにとって好ましいのは、25~75 ppmの範囲であつて、50 ppmが最適のようである。

矢印20で示した最終的ガス流は、標準的な炉24により囲まれた石英の開管室22の入口21から入る。室22には出口26も設けられ、ここからガス流が通過する。室22内へ滑動的態様で石英棒28が入っており、第2B図に数字17で一般的に示した構造体を支持する。

(17)

特開 昭50-4936 (5)

ット16は、ホトレジスト層における開孔中に蒸着又はスパッタリングされる。この後、ホトレジストは除去される。

金属ドット16を形成した後、全体17は約500℃において、ヘリウム又はその他の不活性ガス中で熱処理される。この熱処理中金属ドットは、各素子のための能動領域を形成するように酸化還元反応において消費される。同時に、下側のベース電極は下から能動領域を形成するように、金属酸化物14と反応する。金属酸化物14及び金属ドット16の厚さを適当にすれば、2つの還元された領域は、層14における能動条片を形成するために合併される。前述したように、層14上に付着された消費され得る金属相として任意の還元金属が使用できる。

商業上入手できる不活性ガスは僅かな量の不純物を含んでいることが判っているので、上述した熱処理還元ステップは、より良い素子を提供するため幾らか修正される。この修正は、第2C図に示されている。商業上入手できる不活性ガス流を

(16)

構造体17が室22の内部に置かれると、350°乃至425℃の範囲の温度で熱処理される。好ましい温度は375°乃至400℃である。熱処理に費やされる時間は、約5分から約2時間までであるが、35分が一般に好ましい時間である。無定形層14が熱処理により結晶化しないように、温度及び時間は選択される。

入力ガスの存在する中で熱処理する間、金属ドット16は、酸化還元反応によって消費されて、金属ドット16の真下の層14の範囲に能動領域を形成する。また、下側のベース電極12と還元された又は非化学量的相を構成する層14との間に制限された中間層の反応が生じる。前述したように、適当な厚さの層14及び金属ドット16を用いると、各金属ドット16の下に能動条片を形成するために結合される層14に2つの還元された領域が設けられる。

焼なまし・還元ステップにおいて、後に双安定抵抗状態を呈する能動条片がアレーにおける各素子に確立される。次に、アレーにおける各素子を

(18)

形成するに、単に2乃至3ボルトしか必要とせず、そして形成された素子は実質的に同じ電気的特性を有する。この電圧は小さいので、各素子は直列にダイオードが接続されたまま、これらのダイオードを逆に破壊しないで形成することができる。加うるに、同じシリコン基板上に作られてもよい関連トランジスタ回路を用いて形成されることもできる。

焼きなまし・還元ステップの後、先に金属ドット16が占めていた領域の各々に反対側電極が付着される。反対側電極はB1及びBbを含む多くの材料で形成される。反対側電極30は標準的な写真平板プロセスによって2000オングストローム（普通は約6000オングストローム）の厚さに形成される。この厚さは厳格ではなく、層14に設けられた能動条片と電気的に接触するための良好な低抵抗路を与えるに十分なように選択される。所望の場合は、 SiO_2 のような絶縁層を層14の上に設けることができる。次いで層14の能動条片の真上の SiO_2 層に窓が設けられる。反対側

(19)

レーにおける各素子について、固定の電圧であって、各素子を形成するために変化させる必要はない。

ガス還元法

低い形成電圧しか必要としない双安定抵抗素子を与える第2の方法は、前述の場合のように消費される金属ドットを用いなくて、各素子の能動領域を与えるために還元ガスを使用する。還元ガス法は、第3A～3E図に関連して図示されている。

前述の場合と共通する部分には、同じ参照番号が付されている。例えば第3A図は第2A図と同じ基本構造をもっているが、金属酸化物の層14の上に付加の絶縁層15が設けられていることが異なる。絶縁層15は、後に使用される化学的還元ガスに対して反応しないように選ばれる。適当な例は、窒化シリコンである。窒化シリコン層15は、約400～1500オングストロームの厚さを有するが、この厚さは厳格ではない。

第3B図において、窓32は層14の選ばれた領域を露出するように、層15においてエッチン

(21)

特開 昭50-4986 (6)

電極は、次いでこの窓に付着される。

双安定抵抗素子のアレーを準備する最終段階は、形成電圧を印加することである。これは第2B図に図示されており、電圧源は電流制限抵抗Rを介して各素子に直列に接続された電池Vで示されている。一般に、約2～3VのDC又は整流されたAC電圧が、層14に形成された各素子に印加される。形成電圧のパルス幅は重大な意味を持たず、普通は1マイクロ秒乃至1000マイクロ秒の間である。各素子を電気的に形成するには、唯一つの電圧パルスを必要とするにすぎない。源Vの正端子は、反対側電極30に接続され、他方源Vの負端子はベース電極12に接続される。約2ミリアンペアの電流が素子を介して流れ、そして印加電圧は2～3ボルトの範囲に徐々に増大される。素子が形成された後、これらは双安定抵抗現象を示し、そして第1図に示したような電圧・電流特性を有する。従来技術においては、約3.5ボルトの電圧が必要であったことを考えると、本発明の形成電圧は非常に低いことが判る。加うるに、ア

(20)

グされる。これらの窓は、標準的な写真平板技術によって設けられ、窓32を選択的にエッチングするようにマスキング層が設けられる。窒化シリコンの場合、熱せられた(180℃)燐酸が適当なエッチング溶液である。窓32の大きさは、第2B図に示したようにほぼドット16の大きさである。すなわち、窓32は普通は円形であって、0.1ミルから1.0ミルの間の径を有する。

第3Bに示した全体的構造34は、1% H_2 + He ガスの如き化学的還元混合気体中で、制御された焼きなまし・還元ステップが行なわれる。これは第3C図に示されている。1% H_2 - He の混合気体は、羊毛状の白金を含む石英容器を通して流れる。容器36は、水素と酸素が反応して水分子を作るための触媒を与えるように、約450℃に熱せられる。ガス流は次いで液体窒素室38を通り、ここでこれらの水分子は氷結される。この結果、初期のガス流と殆んど同じ構成を有する純粋なガス流が、矢印40で示したように室38から流れ出る。1%の水素が適当であるが、これ以下

(22)

の割台であってもよい。

矢印40で示した還元ガス流は、次いで第2C図に示した装置と同じ装置へ入る。この理由で、第3C図においては第2C図と同じ参照番号が付されている。ガス流40は、炉によって囲まれた容器22の入口21から入る。出口26も容器22に設けられ、構造体34は容器22の内及び外へ移動できる石英棒28の上に支持されている。

焼なまし・還元ステップの間、構造体34を加熱する前に空気気が容器22から排気される。その後、構造体は、入力ガス流40の存在する下で、少なくとも約500℃の温度において約5分乃至2時間加熱される。加熱時間は約35分が好ましい。前述したような方法で、この焼なまし・還元ステップは、ガス流40にさらされた層14の範囲に各素子の能動領域を形成する。

層14において均一な非化学量論的性質を与え、且つベース電極に用いられる金属まで、層14の完全な還元を避けるために、純粋なHeか又は一定の非常に低い分圧のHe及びO₂を用いる最終的

(23)

る前は、層14は無定形層であるべきだということを強調した。これは、結晶層14はここに説明した方法に従って焼なまし還元することは非常に困難だからである。ここに説明した発明の方法による素子は、高い破壊電圧により形成されるものより電気的に優れていると信じる。

本発明の方法によって製造する適当な双安定抵抗素子は、Nbのベース電極、Nb₂O₅の無定形層、及びBi又はSbの反対側電極より成る。この素子のためのベース電極及び反対側電極は、数千オングストロームの厚さを有し、Nb₂O₅の層は好ましい実施例では1100~1400オングストロームである。この酸化ニオブ素子のために非常に低い電圧しか必要とせず、各素子の電気的特性は良く制御される。

上述の説明は、金属酸化物双安定抵抗素子を製造するための新規な方法であって、非常に低い形成電圧しか必要としない双安定抵抗素子を提供するステップ順序に関する。すなわち、金属酸化物層に能動条片を設けるため臨界的酸化・還元ステ

(25)

特開 昭50-4986 (7)

な焼なましステップを設けることが時には最も良い。この最終的焼なましステップのための温度は前述の場合と同じ(少なくとも500℃)であり、加熱時間も同じである。すなわち、加熱時間は約5分から約2時間であって、35分が最適であろう。

第3C図に関連して記載した焼なまし・還元ステップは、層14に能動フィラメントを与え、これが双安定抵抗呈する。この段階で、反対側電極30は、層15における開孔32を介して加えられる。反対側電極30を形成するプロセスは、第2D図に関連して前述したのと同じである。電極30を設けた後、アレーにおける個々の素子は、第2E図に関して説明したのと同じ方法で形成される。これは第3E図に示されており、電圧Vは各素子の反対側電極とベース電極の両端に加えられる。形成ステップの後、アレーにおける各素子は、第1図に示すような電圧・電流特性に従う双安定抵抗特性を呈する。

上述の説明において、素子に形成電圧を印加す

(24)

ップが用いられ、金属酸化物の層は次いで非常に低い電圧を用いて電気的に形成され得る。用いられる電極材料にかかわらず、酸化物の層は低い形成電圧によって双安定抵抗状態にされた後は、酸化還元ステップを通じて無定形の層として維持される。従って、本発明の方法を要約すると次のようになる。ベース電極及びその上に無定形の酸化物層を形成し、双安定抵抗を与えるように容易に形成され得る能動条片を設けるために酸化物層を還元し、能動条片を電気的に形成するために低い電圧を印加し、次いで能動条片の上に反対側電極を設ける。この方法は、この種素子の複雑な物理的性質を理解するため、広範な実験の後に開発された。

4. 図面の簡単な説明

第1図は金属酸化物双安定抵抗素子の電圧電流特性を示す図、第2図は双安定抵抗アレーを製造するための消費金板ドット法を示す図、第3図は双安定抵抗素子のアレーを形成する還元ガス法を示す図である。

(26)

12…ベース電極、14…金属酸化物層、16
…金属ドット、18…浄化装置、22…石英室、
28…石英棒、24…炉、30…反対側電極、
10…基板、15…絶縁層、32…窓。

出願人 インターナショナル・ビジネス・マシーンス・コーポレーション

代理人 井理士 小 野 廣 司

(27)

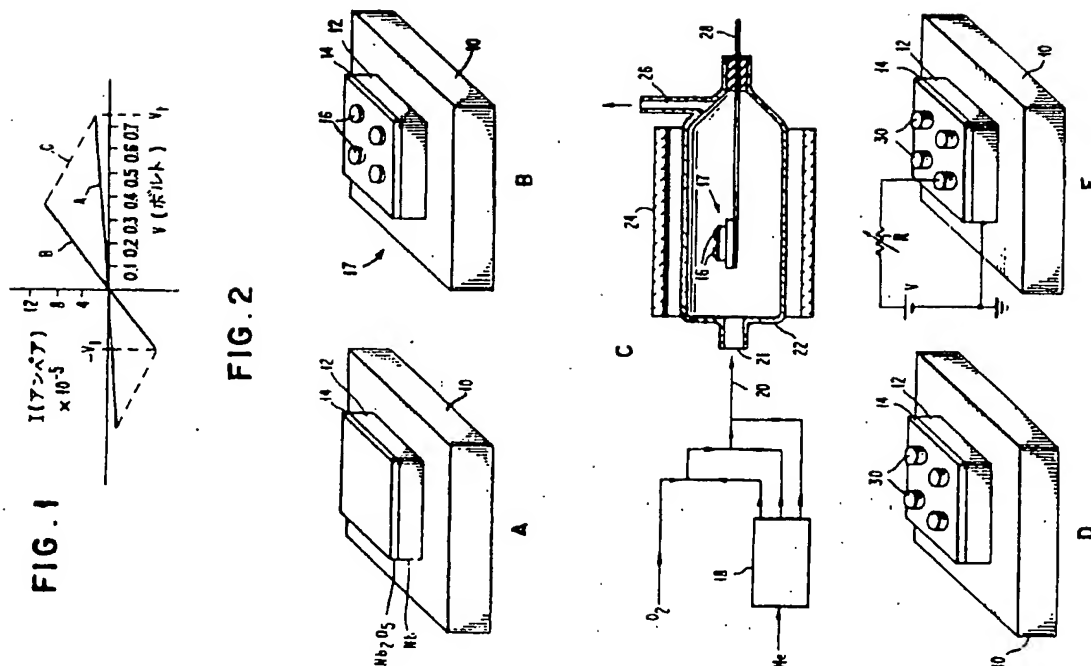
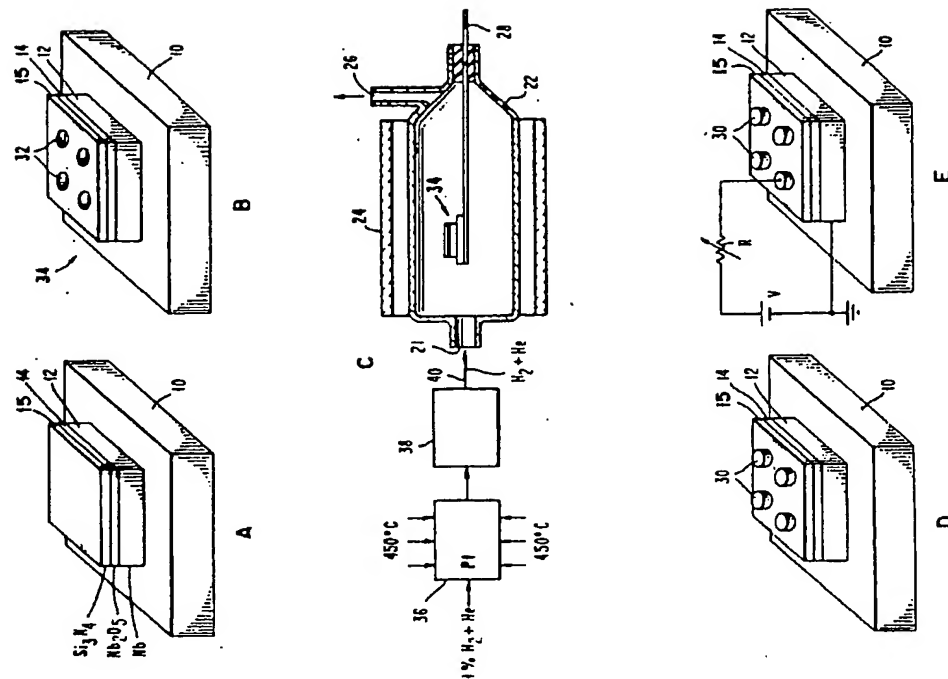


FIG. 3



6. 前記以外の発明者又は代理人

(1) 発明者

住所 アメリカ合衆国ニューヨーク州ピークスキル、
リングゴールド・ストリート 347 番地
氏名 ジェームズ・エヌ・コール
住所 アメリカ合衆国ニューヨーク州ヨークタウン・
ハイツ、ホワイト・ヒル・ロード 1309 番地
氏名 デニス・ジエイ・ハーレル
住所 アメリカ合衆国ニューヨーク州チャパキユア、
ブライアークリフ・ロード 2 番地
氏名 トーマス・ビー・ライト
住所 アメリカ合衆国ニューヨーク州ヨークタウン・
ハイツ、ボールドウイン・ロード、アール・
エフ・デー 3 番地
氏名 キュー・シー・パーク
住所 アメリカ合衆国ニューヨーク州ヨークタウン・
ハイツ、グアン・コートランド・サークル
2294 番地
氏名 アーノルド・ライズマン